

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-115585

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

F02D 41/04

(21)Application number : 2000-305204

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.10.2000

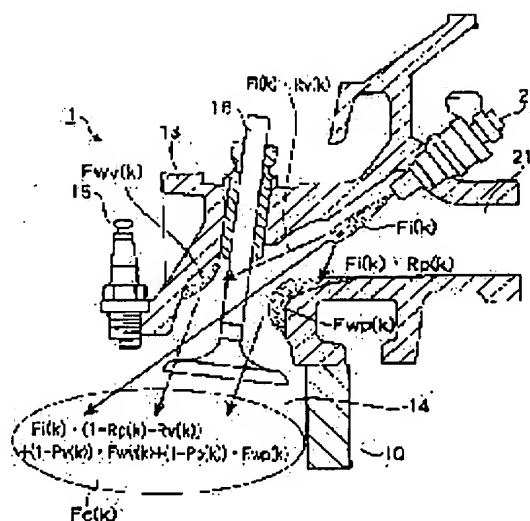
(72)Inventor : KOJIMA KAZUNORI  
KAKO JUNICHI

## (54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel injection control device for an internal combustion engine using a fuel behavior model capable of appropriately grasping the fuel behavior corresponding to the performance changes in adhesion fuel.

SOLUTION: This fuel injection control device for the internal combustion engine controls the fuel feed quantity using the fuel behavior model formed by modeling dynamic behavior of the fuel flowing from an injector to a combustion chamber 14 of a cylinder 10 of the internal combustion engine 1. This control device estimates the dynamic fuel behavior such as a wall face adhesion/ separation using the fuel behavior model by dividing it into, for example, the wall face adhesion quantity  $F_{wv}(k)$  of low-boiling-point components and the wall face adhesion quantity  $F_{wp}(k)$  of high-boiling-point components in respective times  $k$  and controls the injection fuel quantity  $F_i(k)$  so as to make the fuel quantity  $F_c(k)$  flowing into the cylinder to a target value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.04.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2006-010277

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 18.05.2006

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Said control section is the fuel-injection control device of the internal combustion engine which performs the amount control of fuel supply by said fuel injection equipment using the fuel behavior model which combined the behavior model of two or more fuel components with which the boiling points differ in the fuel-injection control device of the internal combustion engine having the control section which controls the amount of fuel supply by the fuel injection equipment using the fuel behavior model which modeled the dynamic behavior of the fuel which flows into an internal combustion engine's cylinder from a fuel injection equipment.

[Claim 2] detecting a predetermined physical-properties value -- a fuel -- the fuel which was further equipped with a means to detect description and said control section detected -- the fuel-injection control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which amends each percentage of two or more of said fuel components in said fuel behavior model according to description.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the fuel-injection control device of the internal combustion engine which controls the amount of fuel supply by the fuel injection equipment using the fuel behavior model which modeled the dynamic behavior of a fuel about an internal combustion engine's fuel-injection control device.

[0002]

[Description of the Prior Art] The control technique by the fuel behavior model which controls a fuel injection equipment in quest of the required amount of fuel supply is known by simulating fuel behavior by calculating the mathematical model which set up the mathematical model which describes the fuel behavior in an inhalation-of-air system as equipment which controls an internal combustion engine's amount of fuel supply according to a service condition, and was set up from a service condition or fuel conditions.

[0003] There is a technique currently indicated by JP,2705298,B as an example of such a technique. This technique is calculated based on the fuel-spray model which expresses the quantity of state of the fuel spray for the fuel quantity of state within an inlet pipe, and the wall style model which gives adhesion fuel quantity according to the inlet-pipe wall surface section and the inlet-valve surface section, and it is indicated that the control precision of fuel oil consumption can be raised.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] in order to presume fuel behavior -- a fuel -- it is necessary to take description into consideration However, the gasoline widely used as a fuel for an internal combustion engine is mixture which consists of multicomponent from which a carbon number differs instead of a single component actually, and since the component ratio is not fixed, either, it is difficult [ it ] to grasp the behavior of the fuel to accuracy. therefore -- for example, -- an above-mentioned technique -- a fuel -- the technique of making represent description with some kinds of components of arbitration, and calculating a physical-properties value as the combination is taken.

[0005] However, it cannot be considered that behavior with the same multicomponent mixture is shown by this technique, it cannot be approximated, and cannot grasp the behavior from which it differs for every component. If the pressure and temperature change in the inlet pipe which affects fuel behavior especially happen, the description of the adhesion fuel to a wall surface etc. will also change, but since this technique cannot respond to this change, fuel behavior will not be able to be grasped appropriately but the control precision of a supply fuel will fall.

[0006] Then, this invention makes it a technical problem to offer an internal combustion engine's fuel-injection control unit using the fuel behavior model which can grasp fuel behavior appropriately corresponding to the formation of a sex status change of an adhesion fuel.

[0007]

[Means for Solving the Problem] It is characterized by for this control section to perform the amount control of fuel supply by the fuel injection equipment using the fuel behavior model which combined the behavior model of two or more fuel components with which the boiling points differ

in the fuel-injection control device of the internal combustion engine which, as for the fuel-injection control device of the internal combustion engine concerning this invention, has the control section which controls the amount of fuel supply by the fuel injection equipment using the fuel behavior model which modeled the dynamic behavior of the fuel which flows into an internal combustion engine's cylinder from a fuel injection equipment, in order to solve the above-mentioned technical problem.

[0008] According to this invention, it is possible to become possible to presume fuel behavior, especially the behavior of an adhesion fuel with a more sufficient precision, and to raise the control precision of a supply fuel by combining the behavior model of two or more fuel components with which the boiling points differ. The behavior model of this fuel component does not need to prepare only the number of classes of the component contained in a fuel, it is possible to presume accurate fuel behavior compared with the conventional behavior model also by the number smaller than it, and min is sufficient if two sorts of models are prepared.

[0009] detecting a further predetermined physical-properties value -- a fuel -- the fuel which was equipped with a means to detect description and the control section detected -- it is desirable to amend each percentage of two or more fuel components which can be set to a fuel behavior model according to description.

[0010] thus, the description of the fuel which will be supplied if it carries out -- since change is detected and the configuration of a fuel behavior model is changed according to it -- the description of a fuel -- it is possible to become possible to follow change and to presume fuel behavior with a more sufficient precision, and to raise the control precision of a supply fuel.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of suitable operation of this invention is explained to a detail with reference to an accompanying drawing. In order to make an understanding of explanation easy, in each drawing, the same possible reference number is attached to the same component, and the overlapping explanation is omitted.

[0012] Drawing 1 is the block diagram showing the operation gestalt of the fuel-oil-consumption control unit of the internal combustion engine concerning this invention with the internal combustion engine which applied this.

[0013] The inlet pipe 2 and the exhaust pipe 3 are connected to the jump-spark-ignition-type gasoline Taki cylinder internal combustion engine (an internal combustion engine is only called hereafter) 1. While the intake temperature sensor 22 which detects the temperature of inhalation air to an inlet pipe 2, the air flow meter 23 which detects an inhalation air content, and the throttle valve 24 interlocked with actuation of an accelerator pedal 4 are arranged, the throttle opening sensor 25 which detects the opening of this throttle valve 24 is arranged. Moreover, the intake-pressure sensor 26 for detecting the pressure of an inlet pipe 2 is arranged at the surge tank 20 of an inlet pipe 2. furthermore -- the inlet port 21 connected to each cylinder of an internal combustion engine 1 -- electromagnetism -- the actuation-type injector (fuel injection equipment) 27 is formed, and the gasoline which is a fuel is supplied to this injector 27 from a fuel tank 5. The internal combustion engine 1 of a graphic display is a multipoint injection system by which the injector 27 is independently arranged for every cylinder.

[0014] In the cylinder 10 which constitutes each cylinder of an internal combustion engine 1, the piston 11 which reciprocates in the vertical direction of drawing is formed, and this piston 11 is connected with the crankshaft which is not illustrated through a connecting rod 12. The combustion chamber 14 divided by the cylinder 10 and the cylinder head 13 is formed above the piston 11. While an ignition plug 20 is arranged in the upper part of this combustion chamber 14, it connects with the inlet pipe 2 and the exhaust pipe 3 through the intake valve 16 and the exhaust air bulb 17 which can be opened and closed, respectively.

[0015] And the air-fuel ratio sensor 31 which outputs the predetermined electrical signal according to the oxygen density in exhaust gas to an exhaust pipe 3 is arranged.

[0016] The engine ECU 6 (the fuel-injection control unit of the internal combustion engine concerning this invention is included) which controls an internal combustion engine 1 is constituted centering on the microcomputer, and it controls actuation of an ignition plug 15 and an injector 27 while each output signal of each sensor (the 22 air flow meter intake temperature

sensor 23, the throttle opening sensor 25, the intake-pressure sensor 26, air-fuel ratio sensor 31) mentioned above, a speed sensor 60, and the crank position sensor 61 is inputted.

[0017] Before explaining the fuel behavior model used in the fuel-injection control device of the internal combustion engine concerning this invention, the fuel behavior model used from the former is explained with reference to drawing 2. Drawing 2 is the mimetic diagram showing the simulation model of the fuel behavior in about (inlet port 21 neighborhood) 27 injector. The following explanation expresses by "k" the counter value which expresses time of day in consideration of the evaluation processing by the computer.

[0018] In drawing 2,  $F_i(k)$  the fuel quantity (injector injection quantity) injected from an injector 27 in time of day k  $F_w(k)$  In time of day k The wall surface of an inlet port 21, and the inlet port 21 side front face of an intake valve 16 The fuel quantity (inflow fuel quantity in a cylinder) with which  $F_c(k)$  flows the fuel quantity (wall surface adhesion fuel quantity) adhering to (calling it hereafter the wall surface of an inlet port 21 etc.) into a cylinder (inside of the combustion chamber 14 in a cylinder 10) in time of day k is shown, respectively. The rate (wall surface deposit efficiency) of adhering to the wall surface of an inlet port 21 etc. here among the injector injection quantity  $F_i$  in time of day k ( $k$ ) is set to  $R(k)$ , and if the rate (wall surface residual percentage) which remains on the wall surface of an inlet port 21 etc., without evaporating among the wall surface adhesion fuel quantity  $F_w(k)$  in time of day k is set to  $P(k)$ , the following formulas (1) and (2) will be materialized. Generally these formulas are known as C.F. Aquino's formula.

[Equation 1]

$$F_w(k+1) = F_w(k) \cdot P(k) + F_i(k) \cdot R(k) \quad \dots(1)$$

$$F_c(k) = F_w(k) \cdot (1 - P(k)) + F_i(k) \cdot (1 - R(k)) \quad \dots(2)$$

On the other hand, the inflow fuel quantity  $F_{cr}$  in a target cylinder ( $k$ ) which should be made to flow in a cylinder actually in time of day k when realizing combustion with the target air-fuel ratio (mixing ratio A/F)  $\lambda$  is [Equation 2] when an inhalation-of-air flow rate is set to  $Q(k)$ .

$$F_{cr}(k) = Q(k) / \lambda \quad \dots(3)$$

It can come out and express. (1) In order to make the aforementioned inflow fuel quantity  $F_c$  in a cylinder ( $k$ ) in agreement with this inflow fuel quantity  $F_{cr}$  in a target cylinder ( $k$ ) from - (3) type, it is [Equation 3] about the injection quantity  $F_i$  of an injector 27 ( $k$ ).

$$F_i(k) = \frac{F_{cr}(k) - F_w(k) \cdot (1 - P(k))}{1 - R(k)} \quad \dots(4)$$

It turns out that what is necessary is just to control to become.

[0019] That is, in order to control the inflow fuel quantity  $F_i$  in a cylinder ( $k$ ) and to control an air-fuel ratio proper, while computing to accuracy the wall surface adhesion fuel quantity  $F_w(k)$  computed by (1) type, it is necessary to set each parameter  $P(k)$  and  $R(k)$  as a suitable value.

[0020] It was difficult to control the inflow fuel quantity  $F_i$  in a cylinder ( $k$ ) especially by the control approach using the conventional (4) types proper at the time of a slowdown and acceleration. In order to solve this trouble, two or more wall surface adhesion behavior models described for every component are used for the fuel behavior model used in this invention.

Hereafter, with reference to drawing 3 and drawing 4, the fuel behavior model in this invention is explained. Drawing 3 is the mimetic diagram showing the simulation model of the fuel behavior in the inlet port 21 neighborhood, and drawing 4 is a graph explaining sex status change-ization of the coating weight to pressure-of-induction-pipe force change. Although 2 component model which divided the wall surface adhesion behavior model into the high-boiling point component and the low-boiling point component is explained here, the same is said of the case of the model divided into three or more components from which the boiling point (vapor pressure) differs.

[0021] The gasoline which is the fuel generally used with an internal combustion engine as mentioned above is mixture which consists of multicomponent from which the boiling point

differs actually. Supposing it bisects these for the low low-boiling point component of the boiling point, and the high high-boiling point component of the boiling point, the coating weight Fwv and Fwp adhering to the wall surface of each inlet port 21 of them etc. will change, as shown in drawing 4 to the pressure-of-induction-pipe force.

[0022] Since the maximum vapor tension p0 of a low-boiling point component is comparatively high, when the pressure-of-induction-pipe force is less than this, the whole quantity evaporates mostly and wall surface adhesion does not generate it (set to Fwv=0). On the other hand, since the maximum vapor tension is low in the case of a high-boiling point component, by the pressure-of-induction-pipe force of operation within the limits, wall surface adhesion will always occur.

[0023] In the fuel behavior model shown in drawing 3, it separates into two, the wall surface adhesion fuel quantity Fwv of a low-boiling point component (k), and the wall surface adhesion fuel quantity Fwp of a high-boiling point component (k), and the wall surface adhesion fuel quantity in time of day k is described. It is the wall surface deposit efficiency (actually) of a low-boiling point component also about the rate (wall surface deposit efficiency) of adhering to the wall surface of an inlet port 21 etc. here among the injector injection quantity Fi in time of day k (k). a product with rate R'v (k) which adheres to the wall surface of Kv(s) (k) and the injected low-boiling point components of the low-boiling point component in an injection fuel etc. comparatively -- it is -- the wall surface deposit efficiency (actually) of Rv (k) and a high-boiling point component It is referred to as Rp (k). a product with rate R'p (k) which adheres to the wall surface of Kp(s) (k) and the injected high-boiling point components of the high-boiling point component in an injection fuel etc. comparatively -- it is -- The rate (wall surface residual percentage of a low-boiling point component) which remains on the wall surface of an inlet port 21 etc., without evaporating among the wall surface adhesion fuel quantity Fwv of the low-boiling point component in time of day k (k) Pv (k). If the rate (wall surface residual percentage of a high-boiling point component) which remains on the wall surface of an inlet port 21 etc., without evaporating among the wall surface adhesion fuel quantity Fwp of the high-boiling point component in time of day k (k) is set to Pp (k), (1) and (2) types will be rewritten like the following formula (5) - (7) types.

[Equation 4]

$$Fwv(k+1)=Fwv(k) \cdot Pv(k)+Fi(k) \cdot Rv(k) \quad \dots(5)$$

$$Fwp(k+1)=Fwp(k) \cdot Pp(k)+Fi(k) \cdot Rp(k) \quad \dots(6)$$

$$Fc(k)=Fwv(k) \cdot (1-Pv(k))+Fwp(k) \cdot (1-Pp(k))+Fi(k) \cdot (1-Rv(k)-Rp(k)) \quad \dots(7)$$

Here, R'v(k) < R'p(k) < 1 and Kv(k)+Kp(k) = 1 are materialized, consequently Rv(k)+Rp(k) < 1 is materialized.

[0024] (3) In order to make the aforementioned inflow fuel quantity Fc in a cylinder (k) in agreement with the inflow fuel quantity Fcr in a target cylinder (k) from a formula and (5) - (7) type, it is [Equation 5] about the injection quantity Fi of an injector 27 (k).

$$Fi(k)=\frac{Fcr(k)-\{Fwp(k) \cdot (1-Pp(k))+Fwv(k) \cdot (1-Pv(k))\}}{1-Rv(k)-Rp(k)} \quad \dots(8)$$

What is necessary is just to control to become.

[0025] The above control is carried out with an engine ECU 6. Specifically, an engine ECU 6 determines a setting-out air-fuel ratio in each time of day k based on engine service conditions (the vehicle speed obtained from the speed sensor 60, engine speed obtained from the crank position sensor 61). And the desired value Fcr of the inflow fuel quantity in a cylinder (k) is set up by computing an inhalation air content from the output of the 22 air flow meter intake temperature sensor 23, the intake-pressure sensor 26, and the throttle opening sensor 25. And motion control of an injector 27 is performed so that the calculated fuel quantity may be injected, after setting up each parameter in above-mentioned (5) - (7) type from the engine service condition etc., calculating the wall surface adhesion fuel quantity Fwv of each component (k), and Fwp (k) and calculating the fuel quantity Fi (k) which should be injected from an injector

27 based on (8) types. Each parameter is held in the engine ECU 6 as a map based on an engine service condition, and it is still more desirable to perform parameter study which corrects each parameter based on the output signal of the air-fuel ratio sensor 31, when the deflection of a control result and desired value is large.

[0026] Drawing 5 is drawing which compares and explains the result of the amount control of fuel supply at the time of using the fuel behavior model (it being hereafter called a primary model) shown in the fuel behavior model (it is hereafter called a secondary model) shown in drawing 3 concerning this invention, and conventional drawing 2. Here, the time of load reduction to which a controllability falls most in the conventional fuel behavior model (at for example, the time of a slowdown) is explained to an example.

[0027] If an accelerator pedal 4 is returned from time of day  $t_0$  as shown in drawing 5 (a), and a load factor is reduced, since an accelerator pedal 4 will be interlocked with and a throttle valve 24 will be closed, the pressure-of-induction-pipe force (absolute pressure) declines.

[0028] A low-boiling point component is more quickly desorbed from a wall surface among the fuel components adhering to a wall surface because the pressure-of-induction-pipe force declines. That is, the residual percentage (mainly  $P_p(k)$ ) to a wall surface falls temporarily. In a primary model, to drawing 2 (b), as a broken line B shows, this phenomenon cannot be simulated, but it is predicted that residual percentage increases with load lowering. On the other hand, as a continuous line A shows a secondary model, this phenomenon can be simulated with a sufficient precision.

[0029] Consequently, the demand injection quantity to the injector 27 called for with both models comes to be shown in drawing 5 (c). That is, in a secondary model, in order that only the part of desorption of the adhesion fuel from the wall surface of the time of load lowering may reduce the demand injection quantity, the demand injection quantity will decrease greatly temporarily, as shown by the continuous line A. On the other hand, in a primary model, since the desorption phenomenon of a low-boiling point component is not simulated, the phenomenon of the demand injection quantity becomes about the same loose thing as a load effect.

[0030] The fuel quantity which flows into a cylinder as a result by both control comes to be shown in drawing 5 (d). That is, in the conventional primary model, since desorption of the adhesion fuel from the wall surface of the time of load lowering cannot be simulated to accuracy, as shown by the broken line B, the increment phenomenon of the temporary amount of supply under the effect of this desorption is seen immediately after initiation of load lowering. This increment in the amount of supply will shift an air-fuel ratio to a rich side, and lowering of the driveability by the slowdown as degradation of emission and an intention of an operator not being performed is brought about.

[0031] On the other hand, in a secondary model, since desorption of the adhesion fuel from the wall surface of the time of load lowering can be simulated with a sufficient precision, according to load factor reduction, the amount of fuel supply into a cylinder can be reduced, and an air-fuel ratio can be maintained almost uniformly. Therefore, emission improves compared with the former, the slowdown as an intention of an operator is performed and driveability also improves.

[0032] fuels, such as that specific gravity since the ratio (it corresponds to each rate  $K_p(k)$  and  $K_v(k)$  when using the fuel behavior model of two components, as mentioned above) of each fuel component changes with the descriptions of the fuel supplied, and vapor pressure, -- it is desirable by measuring description to calculate a fuel behavior model in quest of this ratio. Moreover, you may make it input the description of the fuel refueled at the time of oiling etc.

[0033] moreover, a fuel -- description -- as well as other parameters, such as deposit efficiency and residual percentage, if it does not carry out direct detection of the very thing, the percentage may be corrected by study by feeding back a control result. in this case, a fuel -- the detection means of description is unnecessary and this invention can be realized with a easier configuration.

[0034] The fuel behavior model which can be used by this invention is not restricted to the model mentioned above not necessarily. For example, you may be the model which could carry out the fragmentation rate of dividing the adhesion location of a fuel into a valve front face and the wall surface front face of an inlet port etc. further, and took the adhesion in a cylinder into

consideration. Even when these models are used, the behavior can be taken into consideration for every fuel component, and it is included by the technical range of this invention.

[0035]

[Effect of the Invention] As explained above, the amount of the fuel contributed to combustion since fuel behavior can be grasped with a sufficient precision by grasping the dynamic behavior for every component of the about the fuel which flows in an internal combustion engine's and is contributed to combustion according to this invention can be presumed with a sufficient precision, the controllability of the fuel quantity injected from a fuel injection equipment can improve, and an internal combustion engine's Air Fuel Ratio Control nature can be raised.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

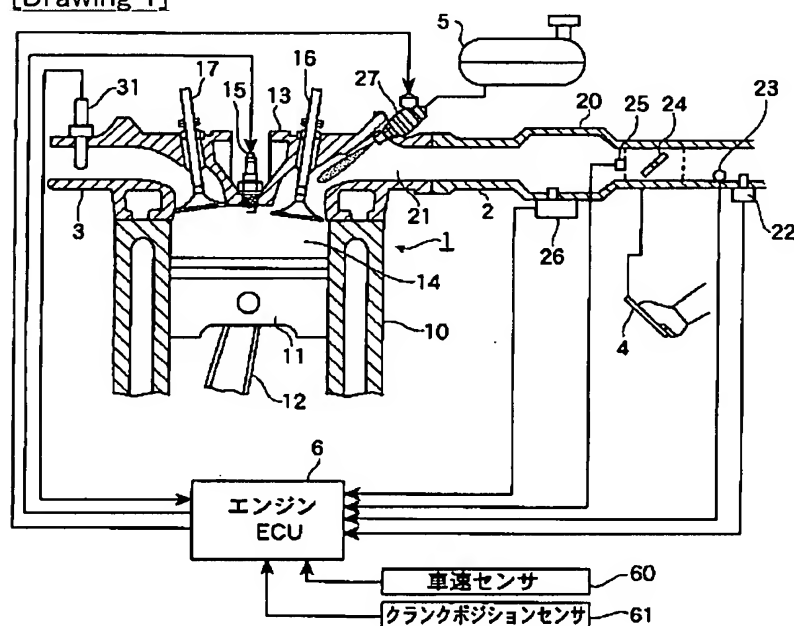
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

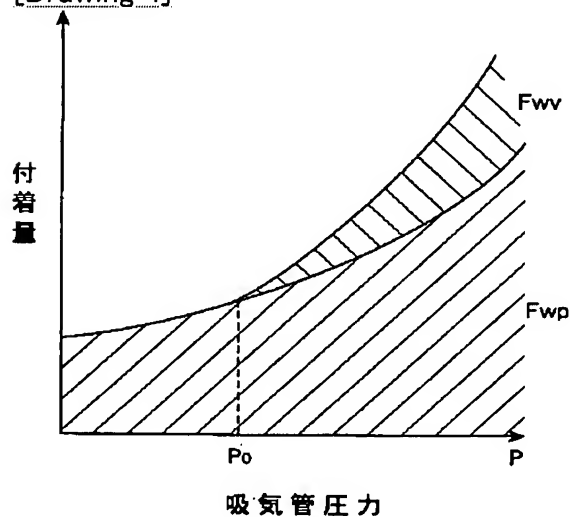
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

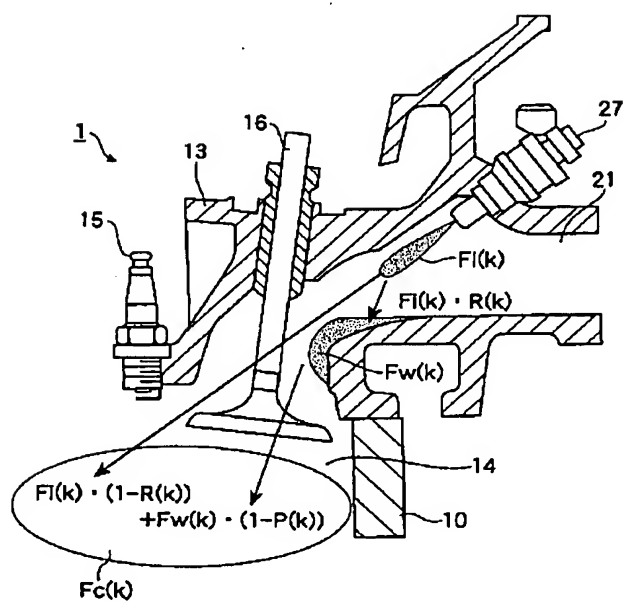
[Drawing 1]



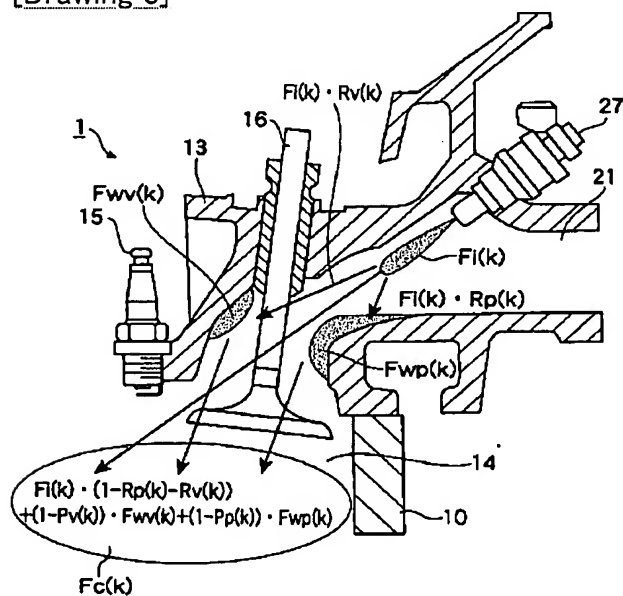
[Drawing 4]



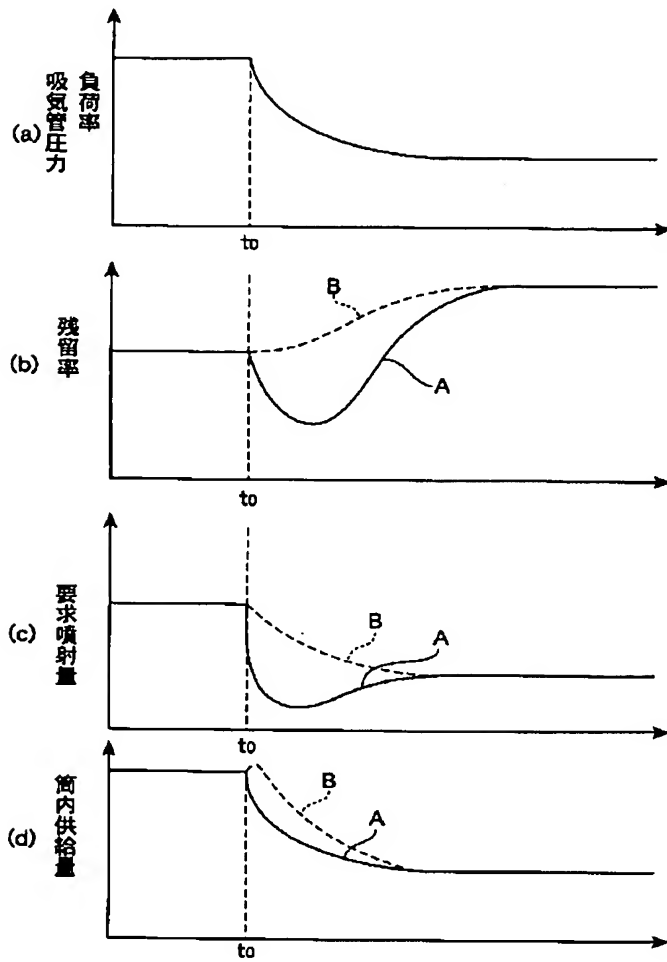
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 5]



[Translation done.]

# Cited Reference $\Sigma$

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-115585

(P2002-115585A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 0 2 D 41/04

識別記号

3 3 0

F I

F 0 2 D 41/04

データベース\*(参考)

3 3 0 P 3 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2000-305204(P2000-305204)

(22) 出願日

平成12年10月4日(2000.10.4)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 小嶋 和法

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加古 純一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

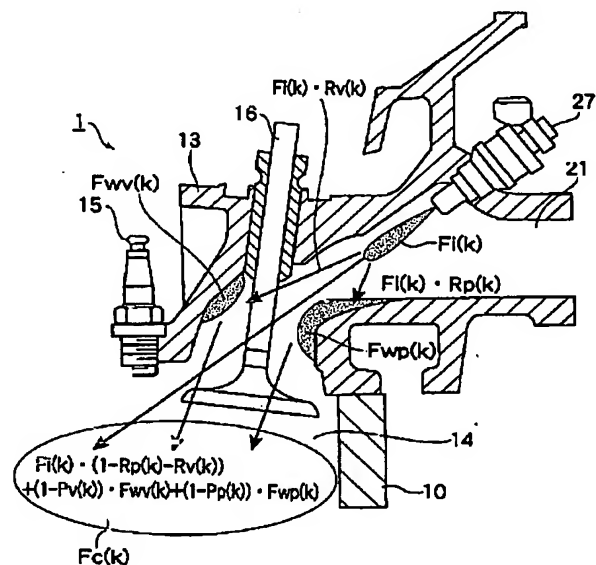
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射制御装置

(57) 【要約】

【課題】 付着燃料の性状変化に対応して燃料挙動を適切に把握することが可能な燃料挙動モデルを用いた内燃機関の燃料噴射制御装置を提供する。

【解決手段】 インジェクタ27から内燃機関1のシリンダ10の燃焼室14へと流入する燃料の動的挙動をモデル化した燃料挙動モデルを利用して燃料供給量を制御する内燃機関の燃料噴射制御装置において、この燃料挙動モデルは、例えば、各時刻kにおける低沸点成分の壁面付着量 $F_{wv}(k)$ と高沸点成分の壁面付着量 $F_{wp}(k)$ に分けて壁面付着、脱離といった動的燃料挙動を推定して筒内へ流入する燃料量 $F_c(k)$ が目標値となるよう噴射燃料量 $F_i(k)$ を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料噴射装置から内燃機関の気筒へと流入する燃料の動的挙動をモデル化した燃料挙動モデルを利用して燃料噴射装置による燃料供給量を制御する制御部を備える内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記制御部は沸点の異なる複数の燃料成分の挙動モデルを組み合わせた燃料挙動モデルを利用して前記燃料噴射装置による燃料供給量制御を行う内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項2】 所定の物性値を検出することで燃料性状を検出する手段をさらに備え、前記制御部は検出した燃料性状に応じて前記燃料挙動モデルにおける前記複数の燃料成分のそれぞれの構成比を補正する請求項1記載の内燃機関の燃料噴射制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の燃料噴射制御装置に関し、特に、燃料の動的挙動をモデル化した燃料挙動モデルを用いて燃料噴射装置による燃料供給量を制御する内燃機関の燃料噴射制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関の燃料供給量を運転条件に応じて制御する装置として、吸気系における燃料挙動を記述する数式モデルを設定し、運転条件や燃料条件から設定した数式モデルを演算することで燃料挙動をシミュレートすることにより必要な燃料供給量を求めて燃料噴射装置を制御する燃料挙動モデルによる制御技術が知られている。

【0003】このような技術の一例として特許2705298号公報に開示されている技術がある。この技術は吸気管内での燃料状態量を燃料噴霧の状態量を表す噴霧モデルと、付着燃料量を吸気管壁面部と吸気弁表面部とに応じて付与する壁流モデルとに基づいて演算するものであり、燃料噴射量の制御精度を高めることができると記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】燃料挙動を推定するためには燃料性状を考慮する必要がある。しかしながら、内燃機関の燃料として広く用いられているガソリンは実際には単一成分ではなく、炭素数の異なる多成分からなる混合物であり、その成分比も一定ではないため、その燃料の挙動を正確に把握することは困難である。そのため、例えば上述の技術では燃料性状を任意の数種類の成分で代表させてその組み合わせとして物性値を求める手法が採られている。

【0005】しかしながら、この手法は多成分混合物が同一の挙動を示すとみなして近似するものであり、成分ごとの異なる挙動を把握することはできない。特に、燃料挙動に影響を与える吸気管内の圧力や温度変化が起こると壁面等への付着燃料の性状も変化するが、この手法

はこの変化に対応することができないため、燃料挙動を適切に把握することができず、供給燃料の制御精度が低下してしまう。

【0006】そこで本発明は、付着燃料の性状変化に対応して燃料挙動を適切に把握することが可能な燃料挙動モデルを用いた内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る内燃機関の燃料噴射制御装置は、燃料噴射装置から内燃機関の気筒へと流入する燃料の動的挙動をモデル化した燃料挙動モデルを利用して燃料噴射装置による燃料供給量を制御する制御部を備える内燃機関の燃料噴射制御装置において、この制御部は沸点の異なる複数の燃料成分の挙動モデルを組み合わせた燃料挙動モデルを利用して燃料噴射装置による燃料供給量制御を行うことを特徴とする。

【0008】本発明によれば、沸点の異なる複数の燃料成分の挙動モデルを組み合わせることで、燃料挙動、特に付着燃料の挙動をより精度良く推定することが可能となり、供給燃料の制御精度を向上させることが可能である。この燃料成分の挙動モデルは燃料に含まれる成分の種類数だけ用意する必要はなく、それより少ない数でも従来の挙動モデルに比べて精度の良い燃料挙動の推定を行うことが可能であり、最小では2種のモデルを用意すれば足りる。

【0009】さらに所定の物性値を検出することで燃料性状を検出する手段を備え、制御部は検出した燃料性状に応じて燃料挙動モデルにおける複数の燃料成分のそれぞれの構成比を補正することが好ましい。

【0010】このようにすれば、供給される燃料の性状変化を検出し、それに応じて燃料挙動モデルの構成を変化させるので、燃料の性状変化に追従して燃料挙動をより精度良く推定することが可能となり、供給燃料の制御精度を向上させることが可能である。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

【0012】図1は、本発明に係る内燃機関の燃料噴射量制御装置の実施形態をこれを適用した内燃機関とともに示す構成図である。

【0013】火花点火式のガソリン多気筒内燃機関（以下、単に内燃機関と称する）1には吸気管2と排気管3とが接続されている。吸気管2には吸入空気の温度を検出する吸気温度センサ22と、吸入空気量を検出するエアフローメータ23と、アクセルペダル4の操作に連動するスロットル弁24が配置されるとともにこのスロット

ル弁24の開度を検出するスロットル開度センサ25が配置されている。また、吸気管2のサージタンク20には、吸気管2の圧力を検出するための吸気圧センサ26が配置されている。さらに、内燃機関1の各気筒に接続される吸気ポート21には電磁駆動式のインジェクタ（燃料噴射装置）27が設けられており、このインジェクタ27には燃料タンク5から燃料であるガソリンが供給される。図示の内燃機関1は、各気筒ごとに独立してインジェクタ27が配置されているマルチポイントインジェクションシステムである。

【0014】内燃機関1の各気筒を構成するシリンダ10内には図の上下方向に往復動するピストン11が設けられ、このピストン11はコンロッド12を介して図示していないクランク軸に連結されている。ピストン11の上方には、シリンダ10とシリンダヘッド13とによって区画された燃焼室14が形成されている。この燃焼室14の上部には点火プラグ20が配置されるとともに、開閉可能な吸気バルブ16と排気バルブ17を介してそれぞれ吸気管2と排気管3に接続されている。

【0015】そして、排気管3には、排気ガス中の酸素濃度に応じた所定の電気信号を出力する空燃比センサ31が配置されている。

【0016】内燃機関1を制御するエンジンECU6（本発明に係る内燃機関の燃料噴射制御装置を含む）は、マイクロコンピュータを中心に構成されており、上述した各センサ（吸気温度センサ22、エアフローメータ23、スロットル開度センサ25、吸気圧センサ26、空燃比センサ31）や車速センサ60、クランクポジ

ションセンサ61の各出力信号が入力されるとともに、点火プラグ15、インジェクタ27の動作を制御するものである。

【0017】本発明に係る内燃機関の燃料噴射制御装置において使用される燃料挙動モデルを説明する前に、従来から用いられてきた燃料挙動モデルについて図2を参照して説明する。図2は、インジェクタ27近傍（吸気ポート21付近）における燃料挙動のシミュレーションモデルを示す模式図である。以下の説明では、コンピュータによる数値化処理を考慮して時刻を表すカウンタ値を「k」で表す。

【0018】図2において、 $F_i(k)$ は、時刻kにおいてインジェクタ27から噴射される燃料量（インジェクタ噴射量）を、 $F_w(k)$ は、時刻kにおいて吸気ポート21の壁面や吸気バルブ16の吸気ポート21側表面（以下、吸気ポート21の壁面等と呼ぶ）に付着している燃料量（壁面付着燃料量）を、 $F_c(k)$ は、時刻kにおいて気筒内（シリンダ10内の燃焼室14内）へと流入する燃料量（筒内流入燃料量）をそれぞれ示している。ここで、時刻kにおけるインジェクタ噴射量 $F_i(k)$ のうち、吸気ポート21の壁面等に付着する割合（壁面付着率）を $R(k)$ とし、時刻kにおいて壁面付着燃料量 $F_w(k)$ のうち、気化せずに吸気ポート21の壁面等に残留する割合（壁面残留率）を $P(k)$ とすると、以下の式（1）、（2）が成立する。これらの式は、C. F. アキノの式として一般に知られている。

【数1】

$$F_w(k+1) = F_w(k) \cdot P(k) + F_i(k) \cdot R(k) \quad \dots(1)$$

$$F_c(k) = F_w(k) \cdot (1 - P(k)) + F_i(k) \cdot (1 - R(k)) \quad \dots(2)$$

一方、目標空燃比（混合比 $A/F$ ） $\lambda$ での燃焼を実現する場合に時刻kにおいて実際に筒内に流入させるべき目標筒内流入燃料量 $F_{cr}(k)$ は、吸気流量を $Q(k)$ とすると、

【数2】

$$F_{cr}(k) = Q(k) / \lambda \quad \dots(3)$$

で表せる。（1）～（3）式より前記の筒内流入燃料量 $F_c(k)$ をこの目標筒内流入燃料量 $F_{cr}(k)$ に一致させるためには、インジェクタ27の噴射量 $F_i(k)$ を

【数3】

$$F_i(k) = \frac{F_{cr}(k) - F_w(k) \cdot (1 - P(k))}{1 - R(k)} \quad \dots(4)$$

となるように制御すればよいことがわかる。

【0019】すなわち、筒内流入燃料量 $F_i(k)$ を制御して、空燃比を適正に制御するためには、（1）式によって算出される壁面付着燃料量 $F_w(k)$ を正確に算

出するとともに、各パラメータ $P(k)$ 、 $R(k)$ を適切な値に設定する必要がある。

【0020】従来の（4）式を用いた制御方法では、特に、減速、加速時において筒内流入燃料量 $F_i(k)$ を適正に制御することが困難であった。この問題点を解決するため、本発明において使用される燃料挙動モデルは、成分ごとに記述された複数の壁面付着挙動モデルを用いる。以下、図3、図4を参照して本発明における燃料挙動モデルを説明する。図3は、吸気ポート21付近における燃料挙動のシミュレーションモデルを示す模式図であり、図4は、吸気管圧力変化に対する付着量の性状変化を説明するグラフである。ここでは、壁面付着挙動モデルを高沸点成分と低沸点成分に分けた2成分モデルについて説明するが、沸点（蒸気圧）の異なる3成分以上に分けたモデルの場合も同様である。

【0021】前述したように内燃機関で一般に用いられる燃料であるガソリンは実際には沸点の異なる多成分からなる混合物である。仮にこれらを沸点の低い低沸点成分と沸点の高い高沸点成分とに二分したとすると、それ

らそれぞれの吸気ポート21の壁面等に付着する付着量  $F_{wv}$ 、 $F_{wp}$ は吸気管圧力に対して図4に示されるように変化する。

【0022】低沸点成分は、その飽和蒸気圧  $p_0$  が比較的高いため、吸気管圧力がこれを下回る場合にはほぼ全量が蒸発して壁面付着が発生しない ( $F_{wv}=0$  となる)。これに対して、高沸点成分の場合は、その飽和蒸気圧が低いため、運転範囲内の吸気管圧力では、常に壁面付着が発生することになる。

【0023】図3に示される燃料挙動モデルにおいては、時刻  $k$  における壁面付着燃料量を低沸点成分の壁面付着燃料量  $F_{wv}(k)$  と高沸点成分の壁面付着燃料量  $F_{wp}(k)$  の2つに分離して記述する。ここで、時刻  $k$  におけるインジェクタ噴射量  $F_i(k)$  のうち、吸気ポート21の壁面等に付着する割合 (壁面付着率) についても低沸点成分の壁面付着率 (実際には、噴射燃料中

の低沸点成分の割合  $K_v(k)$  と噴射された低沸点成分のうちの壁面等に付着する割合  $R'v(k)$  との積である) を  $R_v(k)$ 、高沸点成分の壁面付着率 (実際には、噴射燃料中の高沸点成分の割合  $K_p(k)$  と噴射された高沸点成分のうちの壁面等に付着する割合  $R'p(k)$  との積である) を  $R_p(k)$  とし、時刻  $k$  における低沸点成分の壁面付着燃料量  $F_{wv}(k)$  のうち、気化せずに吸気ポート21の壁面等に残留する割合 (低沸点成分の壁面残留率) を  $P_v(k)$ 、時刻  $k$  における高沸点成分の壁面付着燃料量  $F_{wp}(k)$  のうち、気化せずに吸気ポート21の壁面等に残留する割合 (高沸点成分の壁面残留率) を  $P_p(k)$ 、とすると、(1)、(2) 式は、以下の式 (5) ~ (7) 式のように書き替えられる。

【数4】

$$F_{wv}(k+1) = F_{wv}(k) \cdot P_v(k) + F_i(k) \cdot R_v(k) \quad \dots(5)$$

$$F_{wp}(k+1) = F_{wp}(k) \cdot P_p(k) + F_i(k) \cdot R_p(k) \quad \dots(6)$$

$$F_c(k) = F_{wv}(k) \cdot (1 - P_v(k)) + F_{wp}(k) \cdot (1 - P_p(k)) + F_i(k) \cdot (1 - R_v(k) - R_p(k)) \quad \dots(7)$$

ここで、 $R'v(k) < R'p(k) < 1$ 、 $K_v(k) + K_p(k) = 1$  が成立し、この結果、 $R_v(k) + R_p(k) < 1$  が成立する。

【0024】(3) 式と (5) ~ (7) 式より前記の筒

$$F_i(k) = \frac{F_{cr}(k) - \{F_{wp}(k) \cdot (1 - P_p(k)) + F_{wv}(k) \cdot (1 - P_v(k))\}}{1 - R_v(k) - R_p(k)} \quad \dots(8)$$

となるように制御すればよい。

【0025】以上の制御はエンジンECU6によって実施される。具体的には、エンジンECU6が、各時刻  $k$  において、機関運転条件 (車速センサ60から得られた車速、クランクポジションセンサ61から得られたエンジン回転数等) を基にして設定空燃比を決定する。そして、吸気温センサ22、エアフローメータ23、吸気圧センサ26、スロットル開度センサ25の出力から吸入空気量を算出することで、筒内流入燃料量の目標値  $F_{cr}(k)$  を設定する。そして、機関運転条件等から上述の (5) ~ (7) 式における各パラメータを設定して各成分の壁面付着燃料量  $F_{wv}(k)$ 、 $F_{wp}(k)$  を求め、(8) 式に基づいてインジェクタ27から噴射すべき燃料量  $F_i(k)$  を求めたうえで、求めた燃料量が噴射されるようインジェクタ27の動作制御を行う。各パラメータは、機関運転条件に基づいたマップとしてエンジンECU6内に収容されており、さらに、空燃比センサ31の出力信号を基にして制御結果と目標値との偏差が大きい場合には、それぞれのパラメータを修正するパラメータ学習を行うことが好ましい。

【0026】図5は本発明に係る図3に示される燃料挙動モデル (以下、2次モデルと呼ぶ) と従来の図2に示される燃料挙動モデル (以下、1次モデルと呼ぶ) を用

内流入燃料量  $F_c(k)$  を目標筒内流入燃料量  $F_{cr}(k)$  に一致させるためには、インジェクタ27の噴射量  $F_i(k)$  を

【数5】

いた場合の燃料供給量制御の結果を比較して説明する図である。ここでは、従来の燃料挙動モデルにおいて最も制御性が低下する負荷減少時 (例えば、減速時) を例に説明する。

【0027】図5(a)に示されるように時刻  $t_0$  からアクセルペダル4を戻して、負荷率を低下させると、アクセルペダル4に連動してスロットル弁24が閉じられるため、吸気管圧力 (絶対圧) は低下する。

【0028】吸気管圧力が低下することで、壁面に付着していた燃料成分のうち低沸点成分ほど急速に壁面から脱離する。すなわち、壁面への残留率 (主として  $P_p(k)$ ) が一時的に低下する。1次モデルでは図2(b)に破線Bで示すようにこの現象を模擬することができず、残留率が負荷低下に伴って増加すると予測する。一方、2次モデルにおいては実線Aで示すようにこの現象を精度良く模擬することができる。

【0029】この結果、両モデルにより求められるインジェクタ27への要求噴射量は、図5(c)に示されるようになる。すなわち、2次モデルでは、負荷低下当初の壁面からの付着燃料の脱離の分だけ要求噴射量を低下させるため、その要求噴射量は実線Aで示されるように一時的に大きく減少することになる。一方、1次モデルでは、低沸点成分の脱離現象を模擬していないため、要

求噴射量の現象は負荷変動なみの緩やかなものとなる。

【0030】両者の制御によって結果的に筒内へ流入する燃料量は図5(d)に示されるようになる。すなわち、従来の1次モデルでは、負荷低下当初の壁面からの付着燃料の脱離を正確に模擬できていないため破線Bで示されるように負荷低下の開始直後にこの脱離の影響による一時的な供給量の増加現象がみられる。この供給量増加は空燃比をリッチ側にずらすことになり、エミッションの劣化と運転者の意図通りの減速が行われないことによるドライバビリティーの低下をもたらす。

【0031】これに対して、2次モデルでは負荷低下当初の壁面からの付着燃料の脱離を精度良く模擬できるため負荷率減少に合わせて筒内への燃料供給量を低下させることができ、空燃比をほぼ一定に維持することができる。したがって、従来に比べてエミッションが向上し、運転者の意図通りの減速が行われ、ドライバビリティーも向上する。

【0032】各燃料成分の比率(上述したように2成分の燃料挙動モデルを用いる場合は、それぞれの割合 $K_p(k)$ と $K_v(k)$ に該当)は、供給される燃料の性状によって変化することから、その比重、蒸気圧等の燃料性状を測定することによってこの比率を求めて燃料挙動モデルの計算を行うことが好ましい。また、給油時等に給油される燃料の性状を入力するようにしてもよい。

【0033】また、燃料性状そのものを直接検出しなくとも、制御結果をフィードバックすることによって、付着率や残留率などの他のパラメータと同様に学習によってその構成比を修正してもよい。この場合には燃料性状の検出手段が不要であり、より簡単な構成で本発明を実現できる。

【0034】本発明で用いることのできる燃料挙動モデルは必ずしも上述したモデルに限られるものではない。例えば、燃料の付着位置を弁表面と吸気ポートの壁面表面とに分けるなどさらに細分割してもよいし、気筒内における付着を考慮したモデルであってもよい。これらのモデルを用いた場合でも燃料成分ごとにその挙動を考慮することができ、それは本発明の技術的範囲に包含される。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、内燃機関の気筒内に流入して燃焼に寄与する燃料についてその成分ごとの動的挙動を把握することで、精度良く燃料挙動を把握することができるので、燃焼に寄与する燃料の量を精度良く推定することができ、燃料噴射装置から噴射する燃料量の制御性が向上し、内燃機関の空燃比制御性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料噴射装置とこれを適用した内燃機関を示す概略構成図である。

【図2】従来の燃料挙動モデル(1次モデル)を説明する図である。

【図3】本発明で用いる燃料挙動モデル(2次モデル)を説明する図である。

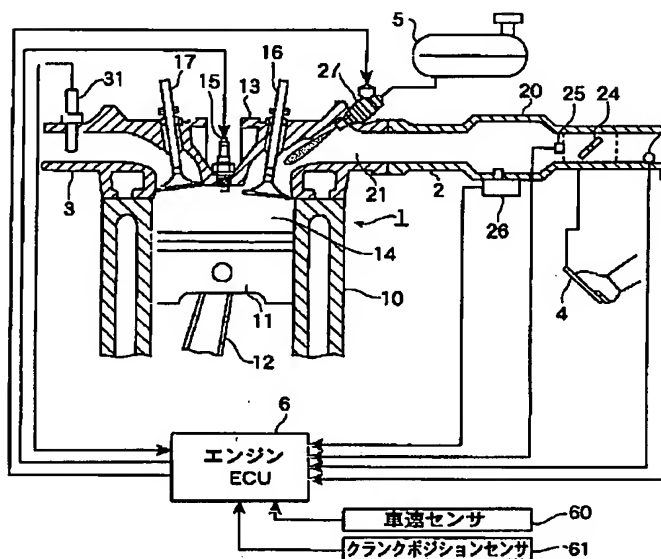
【図4】燃料性状を説明する図である。

【図5】1次モデルと2次モデルによる制御結果を比較して説明する図である。

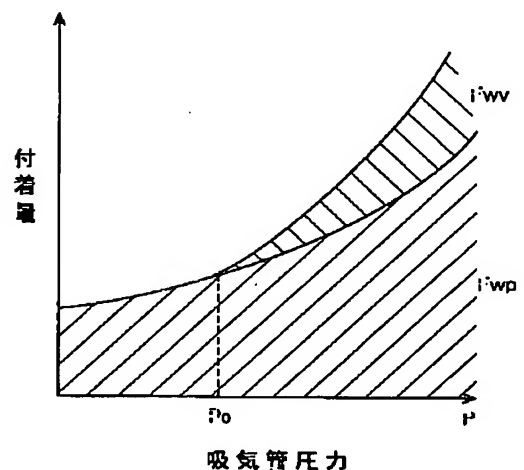
【符号の説明】

1…内燃機関、2…吸気管、3…排気管、4…アクセルペダル、5…燃料タンク、6…エンジンECU、14…燃焼室、21…吸気ポート、27…インジェクタ。

【図1】

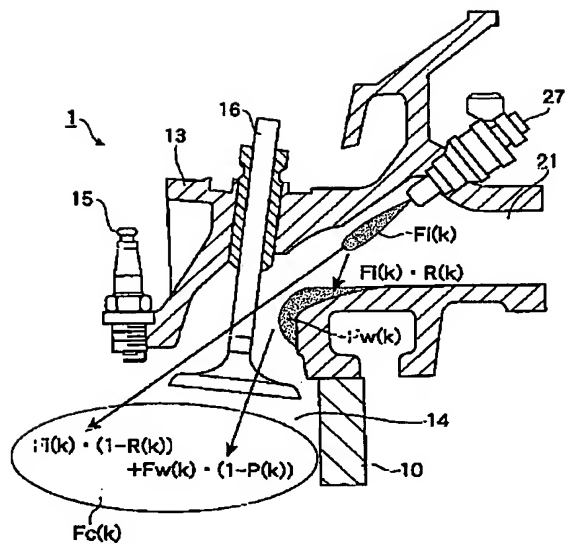


【図4】

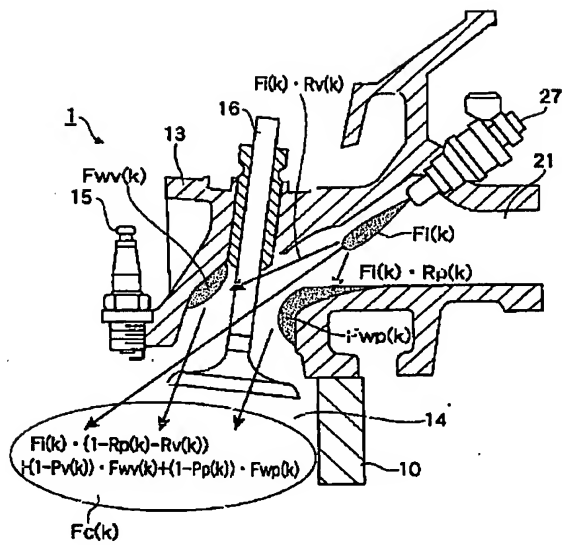




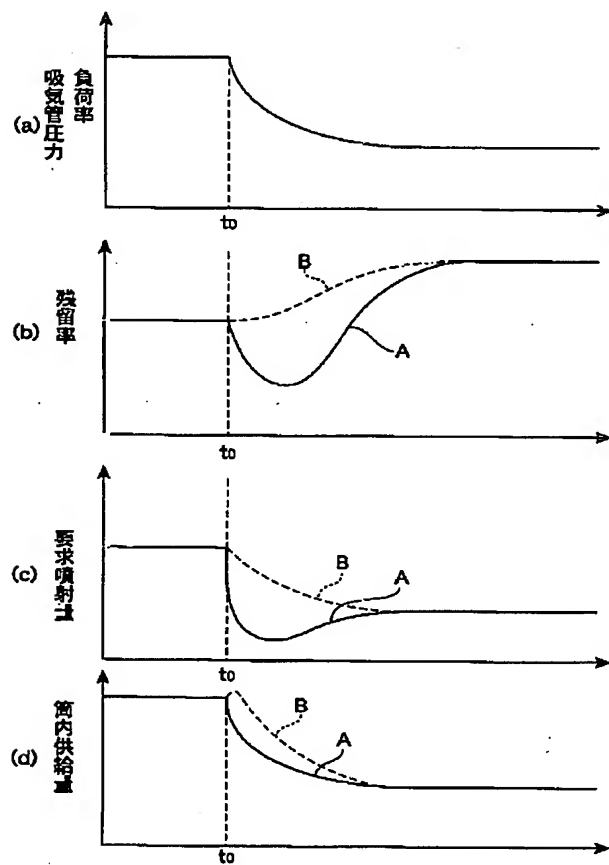
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 JA12 LB02 MA11 NC02  
ND01 ND21 ND45 PA01Z  
PA07Z PA11Z PB10Z PD04A  
PD04Z PE03Z PF01Z